

мокобальтового твердого сплава с вакуумно-плазменными покрытиями. Анализ графических зависимостей на рис. 3 (а, б) позволяет сделать вывод о рациональности применения режима резания – скорость подачи 2 – 6 м/мин, частота вращения фрезы – 10 000 – 12 000 мин⁻¹.

Разработанная методика триботехнических испытаний инструмента при фрезеровании ДСтП представляет большое значение для установления закономерностей образования стружки, движения частиц стружки и пыли в зоне резания древесины и древесных материалов при фрезеровании в широких диапазонах параметров режима резания, разработки методики и устройства энергосберегающего эффективного улавливания стружки и пыли.

Библиографический список

1. Любченко, В.И. Резание древесины и древесных материалов. М.: МГУЛ, 2002. 310 с.
2. Бершадский А.Л., Цветкова Н.И. Резание древесины. Минск: Вышэйшая школа, 1975. 304 с.
3. Рудак, П. В. Силовые показатели процесса обработки плитных древесных материалов концевым фрезерным инструментом // Труды БГТУ. Сер. II. Лесн. и д-о. пром-сть, 2009. Вып. XVII.
4. Сергиенко, А.Б. Цифровая обработка сигналов. СПб.: Питер, 2002. 608 с.

В.И. Сулинов, П.В. Шевелев
УГЛТУ, Екатеринбург, РФ

ПРОЕКТИРОВАНИЕ СПЕЦИАЛЬНОЙ СБОРНОЙ ФРЕЗЫ ДЛЯ ОБРАБОТКИ ПРОФИЛЬНЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ (DESIGN OF A SPECIAL MODULAR MILL FOR PROFILE SURFACES PROCESSING)

Приведена конструкция и методика расчета геометрических параметров специальной сборной фрезы для обработки цилиндрических деталей.

The design and geometrical parameters calculation method of a special modular mill for cylindrical details processing is given.

Как известно, специальным называют режущий инструмент определенного вида, предназначенный для конкретных условий его эксплуатации. В данном случае речь идет о профильных фрезах, которые в процессе продольного фрезерования формируют на обрабатываемой заготовке цилиндрическую поверхность. Максимальный периметр профиля цилиндрической поверхности, который формируется одной фрезой, ограничивается половиной длины окружности. Для того, чтобы получить деталь полной цилиндрической формы, необходимо повторить обработку заготовки с противоположной стороны или использовать в кинематике станка еще одну фрезу. В том и другом случае в форме сечения могут иметь место недопустимые отклонения, объясняемые неблагоприятными условиями базирования заготовки квадратного сечения. Вместе с тем качество обработанной поверхности и производительность обработки в процессе формиро-

вания цилиндрических деталей методом продольного фрезерования будут выше, чем у бесцентровых круглопалочных станков.

Для повышения точности формы цилиндрических деталей, изготавливаемых методом продольного фрезерования, авторами предлагается использовать не одну пару фрез, а две пары фрез, располагаемых в двух взаимно перпендикулярных плоскостях (рис. 1).

Таким образом, круглое сечение детали (рис. 1) формируется при участии четырех фрез, имеющих фасонный профиль режущих кромок.

Из анализа рис. 1 можно заметить, что идеального совпадения поверхностей, формируемых горизонтальными 2 и вертикальными 1 фрезами, быть не может, так как $(l_1 - l_2) = \Delta$.

ГОСТ 6449.3-82 регламентирует допуски формы и расположения поверхностей для цилиндрических деталей из древесины.

Допуск на цилиндричность характеризуется наибольшим расстоянием Δ (рис. 1) от точек реального профиля до прилегающей окружности.

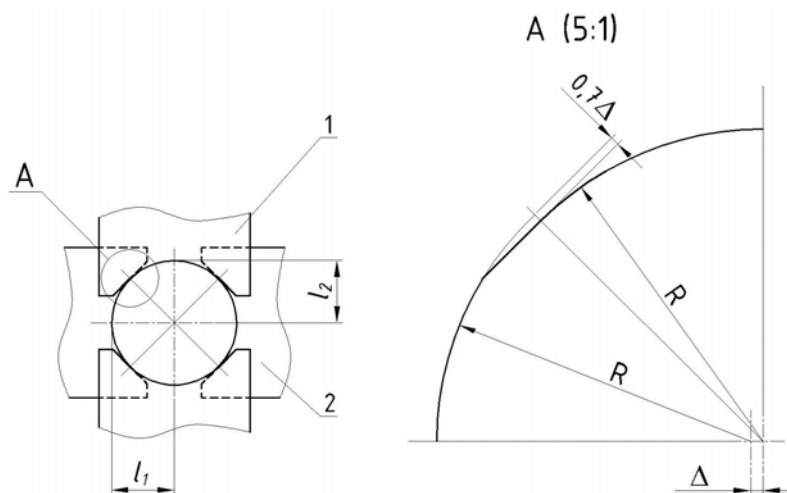


Рис. 1. Схема формирования поперечного сечения цилиндрической детали при участии четырех фрез

Допуски цилиндричности для изделий из древесины по ГОСТ 6449.3-82 зависят от рекомендуемых значений степеней точности на изготовление тех или иных деталей. Для несопрягаемых цилиндрических поверхностей рекомендуемая степень точности находится в пределах 15...20. Для деталей с номинальным диаметром от 18 до 30 мм при наибольшей степени точности 15 допуск цилиндричности составляет $\Delta = 0,4$ мм. При увеличении диаметра деталей до 50 мм допуск возрастает до $\Delta = 0,5$ мм.

Очевидно, что настройка фрез с учетом выполнения вышеуказанных пределов точности вполне достижима.

С другой стороны, чтобы сделать переходную поверхность, формируемую двумя смежными фрезами более плавной, центральный радиусный участок лезвия фрезы по бокам должен плавно по касательной к дуге окружности переходить в прямолинейные участки.

На рис. 2 приведен общий вид фрезы для формирования цилиндрической поверхности на одной четверти профиля цилиндра с номинальным радиусом $r = 20$ мм.

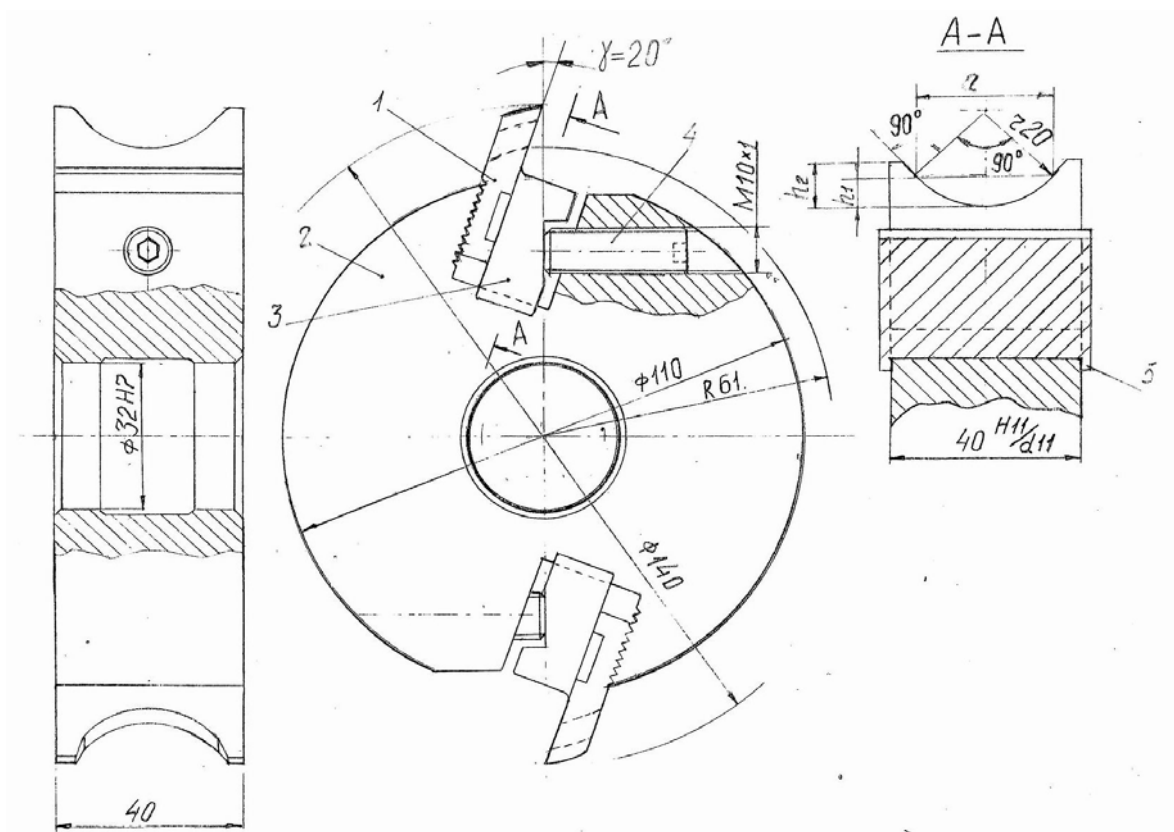


Рис. 2. Общий вид сборной фрезы для формирования цилиндрической поверхности

Режущим элементом фрезы является нож 1, который за счет рифления на задней опорной поверхности надежно соединяется с аналогичным рифлением в пазу корпуса 2 фрезы и может поднастраиваться как по диаметру резания фрезы, так и по ее ширине.

Крепление ножа осуществляется за счет давления со стороны призматической планки 3 в которую упирается крепежный винт 4. Для исключения осевого смещения призматической планки 3 по ее бокам имеются небольшие выступы 5.

В процессе эксплуатации фрезы ее ножи периодически извлекаются из корпуса и затачиваются парными комплектами на универсальных заточных станках по передней грани. Ресурс использования ножа рассчитывается исходя из уменьшения начальной толщины ножа с 7...8 мм до 3...4 мм.

Отличительная особенность данной сборной фрезы состоит в технологии профилирования режущей кромки ножа. В начале ножи 1, будучи установленными в корпус фрезы 2, профилируются на универсальном токарном станке в соответствии с основными размерами профиля фрезы h_1 , h_2 и a (рис. 2.).

h_1 - высота профиля фрезы в плоскости передней грани, зависящая от высоты профиля детали h_d и переднего угла резания γ .

h_2 - полная высота профиля фрезы с учетом припуска по высоте для боковых кромок лезвия, который конструктивно можно принять в пределах 3...4 мм.

a - длина основания сегмента профиля фрезы (рис. 2.).

Задний угол фрезы $\alpha = 10^\circ \dots 12^\circ$ формируется шлифовальным кругом на шлифовально-затыловочном станке.

В результате оформления задней грани фрезы по архимедовой спирали ее угловые параметры и профиль режущей кромки остаются практически неизменными.

С целью облегчения изготовления шаблона для контроля профиля зуба фрезы в плоскости передней грани авторами предлагается следующая эмпирическая формула $h_\phi = f(h_\delta, \gamma)$

$$h_\phi = 0,498 h_\delta \gamma^{0,25}, \quad (1)$$

где h_ϕ – высота профиля фрезы в плоскости передней грани, мм;

h_δ – высота исходного профиля детали не более 10...11 мм;

γ – передний угол резания в диапазоне $20^\circ \dots 30^\circ$.

Погрешность определения h_ϕ по эмпирической формуле (1) в сравнении с аналитическими расчетами не превышает 2 %.

Пример решения практической задачи.

Условие: в процессе продольного фрезерования формируется цилиндрическая поверхность с радиусом кривизны по сечению $R_\delta = 20$ мм, длина дуги контакта лезвия фрезы с обрабатываемым материалом $2\pi R/4$.

Требуется спроектировать фрезу с углами резания $\alpha = 12^\circ$, $\gamma = 20^\circ$, для которой необходимо рассчитать максимальную высоту профиля в плоскости передней грани.

Решение:

1. Основные технические параметры фрезы примем в соответствии с рис. 2., откуда следует, что минимальный радиус резания можно принять $R_{\phi \min} = 61$ мм.

Тогда

$$R_{\phi \max} = R_{\phi \min} + h_\delta,$$

где h_δ – высота сегмента обрабатываемого профиля детали,

$$h_\delta = R_\delta - R_\delta \frac{\sqrt{2}}{2} \approx 0,293 R_\delta.$$

Так как радиус кривизны сечения детали $R_\delta = 20$ мм, то $h_\delta = 5,86$ мм.

Отсюда $R_{\phi \max} = 66,86$ мм.

2. Ширина сегмента радиусного участка фрезы

$$a = R_\delta \sqrt{2} \approx 28,28 \text{ мм}$$

3. Высоту профиля фрезы в плоскости передней грани находим из формулы

$$h_1 = \frac{l_1 - l_2}{2}, \quad (2)$$

где l_1 – длина хорды, пересекающая окружность с радиусом $R_{\phi \max}$ в плоскости передней грани;

l_2 – длина хорды, пересекающая окружность с радиусом $R_{\phi \min}$ в плоскости передней грани.

3.1. Длина хорды

$$l_1 = 2R_{\phi \max} \cos \gamma = 125,563 \text{ мм},$$

где γ – передний угол зуба фрезы, град.

3.2. Длина хорды, мм

$$\begin{aligned} l_2 &= 2\sqrt{(R_{\phi \min} - R_{\phi \max} \sin \gamma)(R_{\phi \min} + R_{\phi \max} \sin \gamma)} = \\ &= 2\sqrt{(61 - 66,86 \cdot 0,342)(61 + 66,86 \cdot 0,342)} = 113,104. \end{aligned}$$

Отсюда искомая высота профиля фрезы

$$h_1 = \frac{125,563 - 113,104}{2} = 6,229 \text{ мм.}$$

По формуле (1) высота профиля фрезы

$$h_1 = 0,498 \cdot h_0 \gamma^{0,25} = 0,498 \cdot 5,86 \cdot 20^{0,25} = 6,171 \text{ мм.}$$

Относительная погрешность при определении высоты профиля по эмпирической формуле в данном случае составила 0,93 %.

В.В. Углов, А.К. Кулешов, Д.П. Русальский

БГУ, Минск, РБ

В.В. Чаевский, А.А. Гришкевич

БГТУ, Минск, РБ

uglov@bsu.by

ПОВЫШЕНИЕ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ ТВЕРДОСПЛАВНОГО ДЕРЕВООБРАБАТЫВАЮЩЕГО ИНСТРУМЕНТА С ПОМОЩЬЮ ХИМИКО-ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ (WEAR-RESISTANCE ENHANCEMENT OF HARD-ALLOY WOOD-WORKING TOOL BY CHEMICOTHERMAL TREATMENT)

Промышленные испытания модифицированного сульфатированием инструмента из сплава ВК3 показали повышение периода его стойкости (20 %) при фрезеровании ламинированных древесностружечных плит. При сульфатировании на поверхности сплава формируется слой, обогащенный серой и углеродом.

By means of chemicothermal treatment of WC3 grade wood-working tool when cutting laminated wood chip plate materials the enhancement of tools wear-resistance by 20 % was obtained. The surface layer with high contents of carbon and sulfur was formed by chemicothermal treatment.

В настоящее время в Республике Беларусь из-за расширения ассортимента обрабатываемых материалов на основе древесины (слоистые ламинаты, ДСтП, ЦСП), интенсификации работы серийного оборудования назрела необходимость в разработке недорогих эффективных технологий, направленных на увеличение стойкости и долговечности твердосплавного деревообрабатывающего инструмента.

Современные исследования [1-3] показали, что химические механизмы износа при деревообработке, такие как коррозия и окисление, играют значительную роль в разрушении режущей кромки твердосплавного инструмента. По мере роста температуры в режущем контакте инструмента продукты дерева разлагаются во множество химических соединений (до 213). Машинная обработка средней плотности ДВП и ДСП, ламината производит дополнительно к соединениям распада древесины формальдегид, восковые и клеевые наполнители. Формирующиеся при резании химически активные продукты распада взаимодействуют с кобальтом, инициируя процесс выкрашивания зерен карбидов сплава, происходят окислительные процессы в зернах карбидов и кобальтовой связке. В результате режущая кромка быстро теряет свою остроту и режущую способность.